



DI KRAUS & CO GMBH
SOFTWARE - HARDWARE

W. A. Mozartgasse 29
A-2700 Wr. Neustadt
Tel.: +43(0)2622/89497
Fax: +43(0)2622/89496
office@dikraus.at
www.dikraus.at
www.arcon-cad.at

Windlasten nach EN 1991-1-4 und B 1991-1-4

Windlastermittlung am Flachdach
Einführung in EN 1991-1-4
Gegenüberstellung des Eurocode1 mit der ÖNORM B4014

Vortragender:
Ing. Erich Kernbeis



Vortrag im Rahmen des IFB Symposiums
Flachdachbau & Bauwerksabdichtung

Donnerstag, 19. Februar 2009

WKO-Gewerbehaus
1030 Wien

Windlasten nach EN 1991-1-4 und B 1991-1-4

Inhalt:

- 1 Eurocode
 - 1.1 Geschichte
 - 1.2 Aufbau
 - 1.3 Vorteile
 - 1.4 Folgen
 - 2 Eurocode EN 1991-1-4
 - 2.1 Einleitung
 - 2.2 Grundlagen
 - 2.3 Geländekategorien
 - 2.4 Windeinwirkungen
 - 2.5 Beiwerte
 - 2.6 Flachdächer
- Beilage: Bemessungsbeispiel mit Tabellenkalkulation

Der Vortrag entstand aus der Zusammenarbeit des Zivilingenieurbüros DI Eduard Kraus und dem Softwarevertrieb DI Kraus & Co GmbH. Dabei flossen sowohl die Interessen des Statikers als auch die Anforderungen an die Software ein.

Büro Dipl. Ing. Eduard Kraus

Staatlich befugter u. beideter Zivilingenieur für Bauwesen. Das Zivilingenieurbüro für Bauwesen wurde im Jahr 1984 gegründet. Das Büro befindet sich in Wr. Neustadt und seit 2006 sind wir mit einer Filiale in Pöttelsdorf (Burgenland) vertreten. Derzeit werden 11 Mitarbeiter im Angestelltenverhältnis beschäftigt.




Dipl. Ing.
Staatlich befugter und
A-2700 Wiener
Tel.: 0 26 22 / 25
E - M a i l :
F i l i a l e :

Eduard Kraus
beideter Zivilingenieur für Bauwesen
Neustadt, Mozartgasse 29
452, Fax: 0 26 22 / 89 496
z.t.kraus@utanet.at
7023 Pöttelsdorf, Hauptplatz 3

Die Fa. **DI Kraus & Co GmbH** wurde 1989 gegründet und ging aus einem Ingenieurbüro hervor. Unser Tätigkeitsbereich umfasst den Vertrieb von Bausoftware, Schulungen und Dienstleistungen.



DI KRAUS & CO GMBH - Software / Hardware
W. A. Mozartgasse 29, 2700 Wr. Neustadt
Tel.: +43(0)2622/89497, Fax: /89496
E - M a i l : office@dikraus.at
Internet: www.dikraus.at, www.arcon-cad.at

Vortragender: Ing. Erich Kernbeis.

Beruflicher Werdegang: HTL Hochbau

Seit dem Jahr 2000 bei der DI KRAUS & Co GmbH tätig, vor allem im Bereich Statik und des konstruktiven Ingenieurbaus. Der Schwerpunkt liegt in der Qualitätssicherung und Entwicklung neuer Tools für Eurocodes. Weiters ist Hr. Kernbeis mit der Umsetzung in Programmen sowie für die Kundenbetreuung zuständig.



1. Eurocode

1.1 Geschichte

- 1975 Die Europäische Kommission beschließt ein Aktionsprogramm zur Beseitigung von Handelshemmnissen im Baubereich. In diesem Zusammenhang ergreift sie auch die Initiative zur Harmonisierung der technischen Regeln im Bereich der Lastannahmen und der Bemessung baulicher Anlagen.
- 80er Es entsteht die erste Generation der EUROCODES für den konstruktiven Ingenieurbau.
- 1989 CEN, die europäische Normungsorganisation, nimmt ihre Arbeit auf. Die ersten ENV – Vornormen erscheinen.
- 1997 Start der Überführung der Vornormen in Europäische Normen (EN)
- 2008 Mit 01. Jänner startet in Österreich die Koexistenzphase zu den bestehenden ÖNORMEN.
- 2008 Mit 31. Dezember werden die ÖNORMEN B4xxx vom Normungsinstitut zurückgezogen. **Diese Frist wurde bis 31. Mai 2009 verlängert!**
- 2010 Bis 31. März müssen alle teilnehmenden Länder ihre nationalen Normen durch die EUROCODES ersetzt haben.

1.2 Aufbau

- Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung
 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke
 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
 Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton
 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
 Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
 Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben
 Eurocode 9: Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen

(EC 0 = EN1990, EC 1= EN1991....)

- EN 199x-1 ist immer der Allgemeine Teil für den Hochbau
 EN 199x-1-2 ist bei Bemessungsnormen der Teil für die Brandbemessung
 EN 199x-2 ist für den Brückenbau
 EN 199x-3 ist der Teil für Kräne und Kranbahnen
 EN 199x-4 ist für Silos

Die Eurocodes sind in insgesamt 58 Teile unterteilt. Zusätzlich gibt es in jedem Land und zu jedem Eurocode einen nationalen Anhang. In diesen nationalen

Anhängen werden vor allem die national festzulegenden Parameter (z.B. Teilsicherheitsbeiwerte) definiert. Darüber hinaus können aber auch zusätzliche Erläuterungen gegeben und weitere Anwendungsregeln vorgeschrieben werden (z.B. bei Unklarheiten infolge der Übersetzung aus dem Englischen).

1.3 Vorteile

Man verspricht sich durch die europaweite Normung folgende Vorteile:

- Europaweit einheitliche Entwurfskriterien
- Harmonisierung national unterschiedlicher Regeln
- Einheitliche Basis für Forschung & Entwicklung
- Einfacherer Austausch von Dienstleistungen und Produkten im Bauwesen
- Einfachere europaweite Ausschreibungen von Bauleistungen

1.4 Folgen

Folgen für die Baupraxis ab 1. Juni 2009

- ÖNORM B 4xxx wird ab 31. Mai 2009 zurückgezogen → entspricht nicht mehr dem Stand der Technik
- Stand der Technik: ÖNORM EN 199x und ÖNORM B 199x
- Aufgrund der neuen Regelung ergeben sich Folgen für die statische Bemessung und konstruktive Durchbildung von Bauteilen, welche die entsprechenden Experten berücksichtigen müssen.
- Eine Ausführung von Baukonstruktionen muss dem Stand der Technik entsprechen. Diese Forderung ist auch in einigen Baugesetzen verankert.

2. EN 1991-1-4 und B 1991-1-4

2.1 Einleitung

Entscheidend bei der Planung von Tragwerken ist die Kenntnis und fachgerechte Berücksichtigung von Einwirkungen aus der Umwelt, wie z.B. von Wind- und Schneelasten. Wie jüngste Ereignisse – z.B. die Orkane im Jänner 2007 oder die intensiven Schneefälle im Jänner/Februar 2006 - auch in Österreich zeigten, können diese Einwirkungen zu Schäden an Bauwerken, bis hin zum Versagen einzelner Bauteile führen. Besonders dann, wenn Fehler bei der Baustoffauswahl, der statischen Nachweisführung oder der Bauausführung passieren und die Wartung unzureichend ist.

Jene Windlasten, die auf Dächer, Wände und andere Bauteile wirken, können **seit 1. Dezember 2006 durch den Eurocode ÖNORM EN 1991-1-4 - zusammen mit dem nationalen Anhang ÖNORM B 1991-1-4** - berechnet werden. Diese beiden Normen sind derzeit noch parallel mit den bisherigen Regelwerken ÖNORM B 4014-1 und -2 anwendbar.

Mit der Umstellung auf das neue Regelwerk kommt es zu einigen Änderungen in der Berechnung dieser Lasten, die sich auch auf die statische Bemessung und konstruktive Durchbildung von Bauteilen auswirken können.

Dieser Vortrag gibt Tragwerksplanern einen Einblick in die Unterschiede zwischen beiden Normenwerken und erläutert, welche grundlegenden Regeln bei der Kombination mit Konstruktionsnormen für Baustoffe zu beachten sind. Für genaue Details sind die Normen heranzuziehen, deren Studium für die Planung eines Tragwerks unerlässlich ist.

Derzeitiger und künftiger Stand der Normen für Windlasten

Die Erarbeitung der nationalen Normen für Windlasten liegt im Verantwortungsbereich des ON-Komitees ON-K 176 „Belastungsannahmen im Bauwesen“. Hierbei können folgende Regelwerke unterschieden werden:

Die bisherigen Regelungen für statische Windlasten sind in ÖNORM B 4014-1 (Ausgabe 1. Mai 1993), die für dynamische Windlasten in ÖNORM B 4014-2 (Ausgabe 1. Mai 2003) enthalten. Diese ÖNORMEN sind zusammen mit den anderen bisherigen Belastungs- und Konstruktionsnormen der Serie ÖNORM B 4xxx anzuwenden, z.B. für Betonbau (B 4700), für Stahlbau (B 4300 und B 4600) und für Holzbau B 4100-2).

Diese Normen sind noch bis zum 31. Mai 2009 gültig. Ab 1. Juni 2009 sind ausschließlich die folgenden Eurocodes (= Europäische Normen EN) zu verwenden:

Der Eurocode für Windlasten - ÖNORM EN 1991-1-4 - ist in Österreich seit 1. November 2005 gültig und kann mit dem nationalen Anhang - ÖNORM B 1991-1-4 -, in dem die österreichischen Gegebenheiten berücksichtigt wurden, seit 1. Dezember 2006 angewendet werden.

Diese ÖNORMEN können mit den anderen Eurocode-Einwirkungsnormen der Reihe ÖNORM EN 1991 und den Eurocode-Baustoff-Konstruktionsnormen der Reihe ÖNORM EN 1992 bis EN 1999 für eine Bemessung von Bauteilen und Konstruktionen herangezogen werden.

2.2 Grundlagen

Meteorologische Grundlagen

Im Eurocode ist der Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit $v_{b,0}$ als mittleres 10-Minutenmittel mit einer jährlichen Auftretenswahrscheinlichkeit von 2 % (einmal in 50 Jahren zu erwarten), unabhängig von der Windrichtung, bezogen auf eine Höhe von 10m über dem Boden in flachem offenen Gelände (**Geländekategorie II; entspricht der Geländeform I gemäß ÖNORM B 4014-1**) definiert.

Mit diesem Wert wird unter Berücksichtigung von Topographie, Geländerauhigkeit, Höhe über dem Boden und den Schwankungen des Windes (Turbulenzintensität) der Böen- bzw. Spitzengeschwindigkeitsdruck, der die mittleren und die kurzzeitigen Geschwindigkeitsänderungen beinhaltet, zur Berechnung der Windwirkung ermittelt.

In beiden Regelwerken, ÖNORM B 4014-1 bzw. ÖNORM B 1991-1-4, sind Ortsverzeichnisse (rund 250 Orte in ganz Österreich) angeführt, die jeweils aus den vorhandenen Messdaten von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ermittelt wurden. Hierbei sind keine wesentlichen Änderungen bei den Grundwerten für die Windgeschwindigkeit bzw. Basiswindgeschwindigkeit aufgetreten.

Die in den ÖNORMEN B 4014-1 und -2 vorgegebenen Geländeformen I bis III entsprechen den Geländekategorien II bis IV gemäß Eurocode.

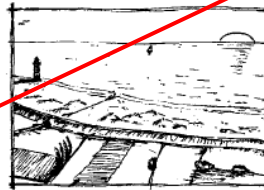
Geländekategorie I des Eurocodes, die in Küstengebieten anzusetzen ist, ist für Österreich nicht relevant.

Der in den ÖNORMEN B 4014-1 und -2 festgelegte Größenfaktor „s“ zur Berechnung der Gesamtwindbelastung steht im Eurocode nicht zur Verfügung.

2.3 Geländekategorien

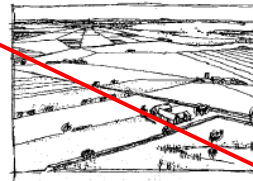
Geländekategorie 0

See, Küstengebiete, die der offenen See ausgesetzt sind



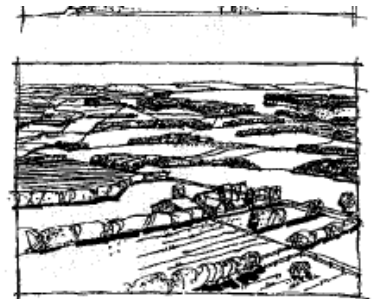
Geländekategorie I

Seen oder Gebiete mit niedriger Vegetation und ohne Hindernisse



Geländekategorie II

Gebiete mit niedriger Vegetation wie Gras und einzelnen Hindernissen (Bäume, Gebäude) mit Abständen von mindestens der 20-fachen Hindernishöhe



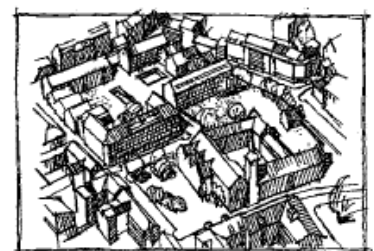
Geländekategorie III

Gebiete mit gleichmäßiger Vegetation oder Bebauung oder mit einzelnen Objekten mit Abständen von weniger als der 20-fachen Hindernishöhe (z.B. Dörfer, vorstädtische Bebauung, Waldgebiete).



Geländekategorie IV

Gebiete, in denen mindestens 15% der Oberfläche mit Gebäuden mit einer mittleren Höhe von 15m bebaut ist



2.4 Windeinwirkungen

Gelände	$q_p/q_b = q_p/q_{b,0}$	$Cr^2(Z)=q_m/q_b = q_m/q_{b,0}$	$I_v(z)$	Z_{min} [m]
II	$2,1*(z/10)^{0,24}$	$(z/10)^{0,3}$	$0,18*(z/10)^{-0,15}$	5
III	$1,75*(z/10)^{0,29}$	$0,593*(z/10)^{0,42}$	$0,29*(z/10)^{-0,21}$	10
IV	$1,2*(z/10)^{0,38}$	$0,263*(z/10)^{0,64}$	$0,46*(z/10)^{-0,32}$	15

$q_b=q_{b,0}$.. Basisgeschwindigkeitsdruck
 q_p ... Böen-Spitzengeschwindigkeitsdruck
 q_m .. mittlerer Geschwindigkeitsdruck

C_r ... Rauigkeitsbeiwert
 $I_v(z)$.. Turbulenzintensität
 Z_{min} .. minimale Höhe

Windlast auf Außenfläche:

$$W_e = q_p(z_e) * C_{pe}$$

$$F_w = C_s C_d * C_f * q_p(z_e) * A_{ref}$$

Windlast auf Innenfläche:

$$W_i = q_p(z_e) * C_{pi}$$

Gesamtwindkraft:

$C_s C_d$... Strukturbeiwert
 C_f Kraftbeiwert
 A_{ref} Bezugsfläche

Beispiel für den 11. Wiener Gemeindebezirk:

Ort	Seehöhe	Grundwerte von	
		Basiswindgeschwindigkeit	Basisgeschwindigkeitsdruck
		$v_{b,0}$	$q_{b,0}$
	m	m/s	kPa = kN/m ²
Wien			
Bezirke 10, 11, 21, 22	standortabh. 151 bis 338	27,0	0,46
alle übrigen Bezirke	standortabh. 151 bis 542	25,1	0,39

Zone II

Spitzengeschwindigkeitsdruck $q_p = q_{b,0} * 2,1 * (z_{min} 5m / 10)^{0,24}$

$$11. \text{ Bezirk} - 0,46 * 2,1 * (5/10)^{0,24} = \mathbf{0,818 \text{ kn/m}^2}$$

$$\text{in } 15m \text{ Höhe: } 0,46 * 2,1 * (15/10)^{0,24} = \mathbf{1,065 \text{ kn/m}^2}$$

Zone III

Spitzengeschwindigkeitsdruck $q_p = q_{b,0} * 1,75 * (z_{min} 10m / 10)^{0,29}$

$$11. \text{ Bezirk} - 0,46 * 1,75 * (10/10)^{0,29} = \mathbf{0,805 \text{ kn/m}^2}$$

$$\text{in } 15m \text{ Höhe: } 0,46 * 1,75 * (15/10)^{0,29} = \mathbf{0,905 \text{ kn/m}^2}$$

Zone IV

Spitzengeschwindigkeitsdruck $q_p = q_{b,0} * 1,2 * (z_{min} 15m / 10)^{0,38}$

$$11. \text{ Bezirk} - 0,46 * 1,2 * (15/10)^{0,38} = \mathbf{0,644 \text{ kn/m}^2}$$

2.5 Beiwerte

Aussendruckbeiwerte c_{pe}

Die ÖNORM EN 1991-1-4 legt grundsätzlich die Aussendruckbeiwerte für Bauwerke und Bauteile für Lasteinflussflächen A von 1m^2 und 10m^2 fest. Die Werte $c_{pe,1}$ dienen der Bemessung kleiner Bauteile und deren Verankerung, die Werte $c_{pe,10}$ werden zur Bemessung der gesamten Tragkonstruktion verwendet. Für Lasteinflussflächen A zwischen 1m^2 und 10m^2 wird logarithmisch interpoliert (Gleichung 3).

$$c_{pe,A} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \times \log_{10} A \text{ für } 1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2 \quad (3)$$

Die Norm EN 1991-1-4 legt für die besonders beanspruchten Kanten-, First- und Eckbereiche gesonderte Aussendruckbeiwerte fest.

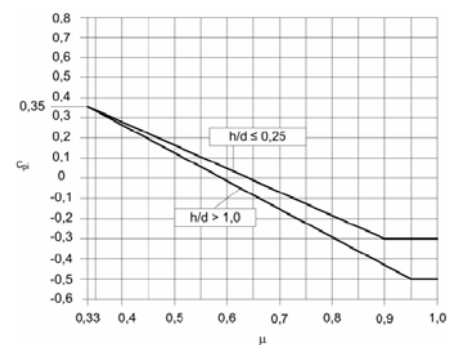
Innendruckbeiwerte c_{pi}

Auch der Eurocode ÖNORM EN 1991-1-4 unterscheidet zwischen geschlossenen Gebäuden und Gebäuden mit ständig offenen Flächen.

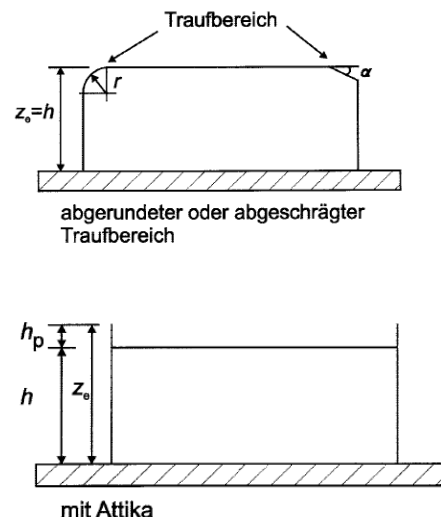
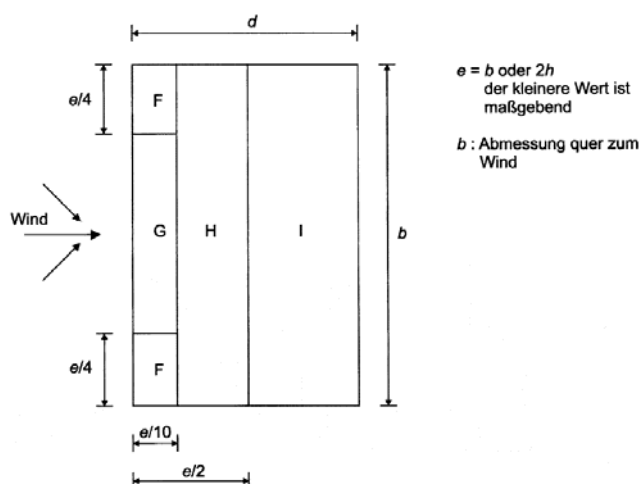
Zusätzlich wird eine Gebäudefläche als dominant definiert, wenn die Gesamtfläche der Öffnungen dieser Seite mehr als doppelt so groß ist, wie die Summe der Öffnungen aller übrigen Seitenflächen. In diesem Fall ist der Innendruckbeiwert c_{pi} gemäß Gleichung 4 anzusetzen. Der mittlere Druckbeiwert c_{pe} entspricht dabei jenem der dominanten Seitenfläche.

$$c_{pi} = 0,75 \times c_{pe} \quad (4)$$

Bei Gebäuden ohne dominanter Seitenfläche ist der Innendruckbeiwert c_{pi} in Abhängigkeit von der Geometrie (h/d) und dem Flächenverhältnis μ der Öffnungen in lee-seitigen und windparallelen Wänden zur Summe aller Öffnungen dem Bild 1 zu entnehmen. Falls sich kein sinnvolles Flächenverhältnis ermitteln lässt, kann **c_{pi} mit +0,2 und -0,3** angesetzt werden.



2.6 Flachdächer



Dachtyp	Bereich								
	F		G		H		I		
	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1	Cpe,10	Cpe,1	
Scharfkantiger Traufenbereich	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2	
Mit Attika	hp/h=0,025	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	hp/h=0,05	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	hp/h=0,10	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Abgerundeter Traufenbereich	r/h=0,05	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4	+0,2	-0,2	
	r/h=0,10	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3	+0,2	-0,2	
	r/h=0,2	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3	+0,2	-0,2	
Mansardenartig abgeschrägter Traufenbereich	A=30°	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3	+0,2	-0,2	
	A=45°	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4	+0,2	-0,2	
	A=60°	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5	+0,2	-0,2	

Fallbeispiel:

Flachdach auf einem 7,65m hohen Haus.

Das Flachdach mit Blechdeckung und auf einer Seite einer abgeschrägten Traufe mit einem Winkel von 40°

Das Haus liegt in der Zone III in 1110 Wien.

Spitzengeschwindigkeitsdruck:

(dieser wird für die Höhe von 10m berechnet da $z_{min} = 10m$)

$$q_p = 0,46 * 1,75 * (10/10)^{0,29} = \mathbf{0,805 kN/m^2}$$

Fall 1:

Wind in Richtung auf die abgeschrägte Fläche

Abgeschrägter Bereich:

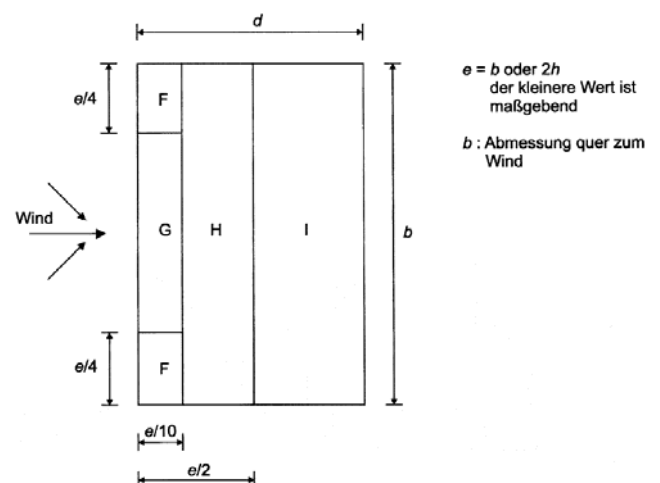
Beiwerte aus der Tabelle für Pultdächer:

EN 1991-1-4 Tabelle 7.3a

Randbereich F:

30° cpe,10= -0,5/0,7 cpe,1=-1,5/0,7

45° cpe,10=-0,0/0,7 cpe,1=-0,0/0,7



Mittlerer Bereich G:

(entspricht laut der Tabelle dem Bereich F)

Interpoliert für 40°:

$$C_{pe,10} = -0,167/0,7 \quad c_{pe,1} = -0,5/0,7$$

Windkraft:

Für örtliche Effekte auf kleine Bauteile unter 1m²:

$$\text{Windsog: } W_e = q_p * c_{pe,1} = 0,805 * (-0,5) = \mathbf{-0,4025 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Winddruck: } W_e = q_p * c_{pe,1} = 0,805 * 0,7 = \mathbf{+0,5635 \text{ kN/m}^2}$$

Für den Nachweis des gesamten Daches bzw. Flächen über 10m²

$$\text{Windsog: } W_e = q_p * c_{pe,1} = 0,805 * (-0,167) = \mathbf{-0,1344 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Winddruck: } W_e = q_p * c_{pe,1} = 0,805 * 0,7 = \mathbf{+0,5635 \text{ kN/m}^2}$$

Flachdachbereich:

Beiwerte aus Tabelle für Flachdächer:

EN 1991-1-4 Tabelle 7.2

Randbereich F:

$$30^\circ \quad c_{pe,10} = -1,0 \quad c_{pe,1} = -1,5$$

$$45^\circ \quad c_{pe,10} = -1,2 \quad c_{pe,1} = -1,8$$

Vordere Kante, Bereich G:

$$30^\circ \quad c_{pe,10} = -1,0 \quad c_{pe,1} = -1,5$$

$$45^\circ \quad c_{pe,10} = -1,3 \quad c_{pe,1} = -1,9$$

Interpoliert für 40°

$$C_{pe,10} = -1,133$$

$$C_{pe,1} = -1,7$$

Interpoliert für 40°

$$C_{pe,10} = -1,2$$

$$C_{pe,1} = -1,767$$

$$\mathbf{W_{e,10} = -0,9123 \text{ kN/m}^2}$$

$$\mathbf{W_{e,1} = -1,3685 \text{ kN/m}^2}$$

$$\mathbf{W_{e,10} = -0,966 \text{ kN/m}^2}$$

$$\mathbf{W_{e,1} = -1,4222 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Bereich H} \quad c_{pe,10} = c_{pe,1}; \quad w_e = 0,805 * (-0,3667) \quad = \mathbf{-0,2942 \text{ kN/m}^2}$$

$$\text{Bereich I} \quad c_{pe,10} = c_{pe,1}; \quad w_e = 0,805 * (\pm 0,2) \quad = \mathbf{\pm 0,161 \text{ kN/m}^2}$$

Fall 2:

Wind auf die seitliche Fläche, auf den scharfkantigen Traufenbereich:

Flachdachbereich:

Beiwerte aus Tabelle für Flachdächer:

EN 1991-1-4 Tabelle 7.2

Randbereich F:

$$C_{pe,10} = -1,8$$

$$C_{pe,1} = -2,5$$

$$\mathbf{W_{e,10} = -1,449 \text{ kN/m}^2}$$

$$\mathbf{W_{e,1} = -2,0125 \text{ kN/m}^2}$$

Kante, Bereich G:

$$C_{pe,10} = -1,2$$

$$C_{pe,1} = -2,0$$

$$\mathbf{W_{e,10} = -0,966 \text{ kN/m}^2}$$

$$\mathbf{W_{e,1} = -1,61 \text{ kN/m}^2}$$

Bereich H:

$$C_{pe,10} = -0,7$$

$$C_{pe,1} = -1,2$$

$$\mathbf{W_{e,10} = -0,5635 \text{ kN/m}^2}$$

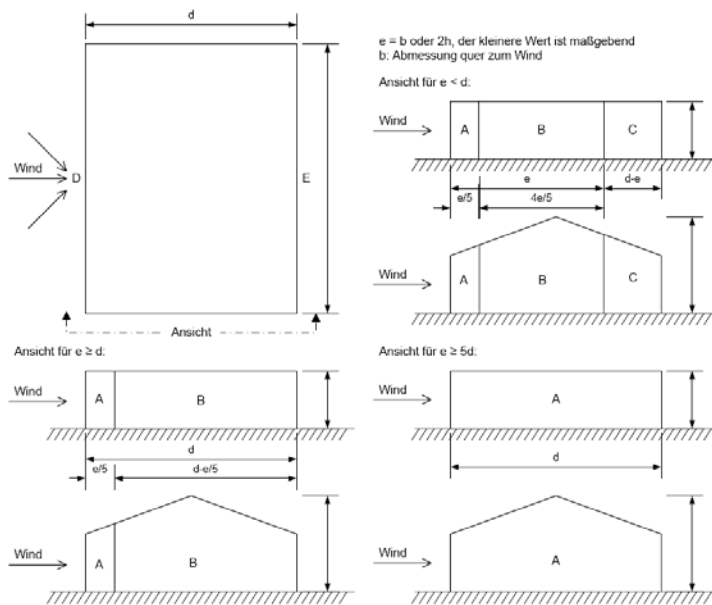
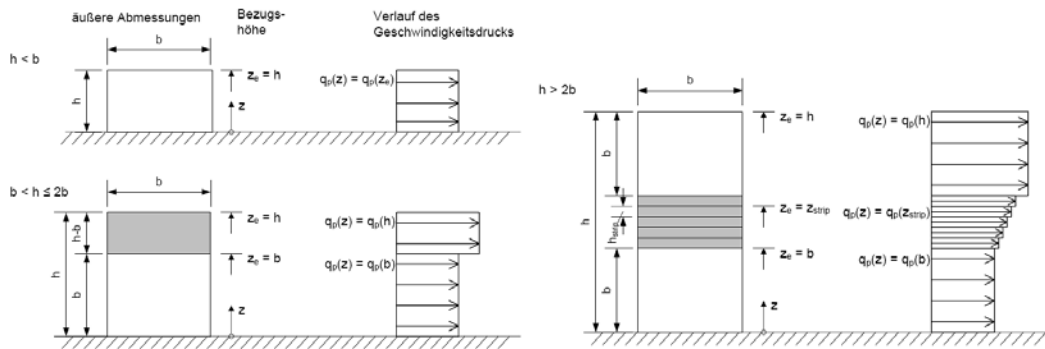
$$\mathbf{W_{e,1} = -0,966 \text{ kN/m}^2}$$

Bereich I:

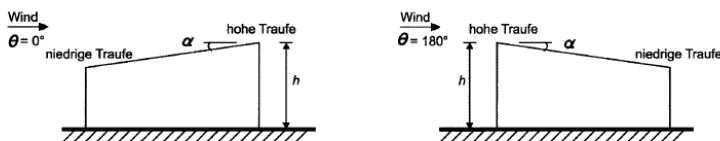
$$c_{pe,10} = c_{pe,1}; \quad w_e = 0,805 * (\pm 0,2) = \mathbf{\pm 0,161 \text{ kN/m}^2}$$

Ergänzende Fälle von Aussendruckbeiwerten bzw. deren Aufteilung:

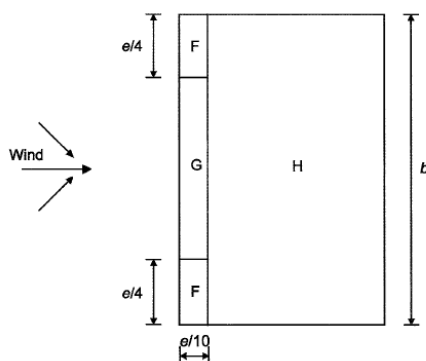
Außendruckverteilung auf Gebäudefläche:



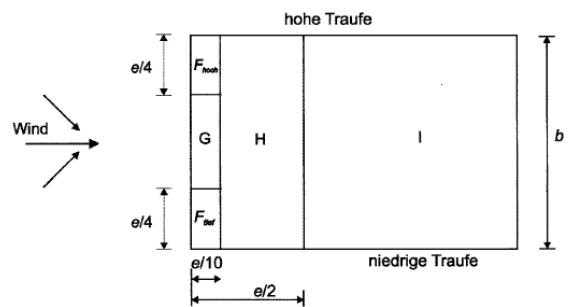
Pultdächer:



(a) allgemein



(b) Anströmrichtung $\theta = 0^\circ$ und $\theta = 180^\circ$

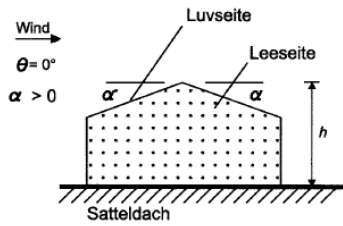


(c) Anströmrichtung $\theta = 90^\circ$

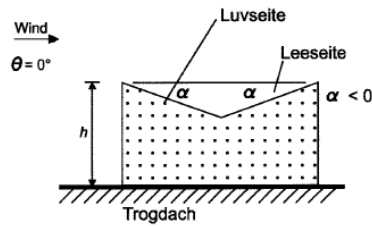
$e = b$ oder $2h$
der kleinere Wert ist maßgebend

b : Abmessung quer zum Wind

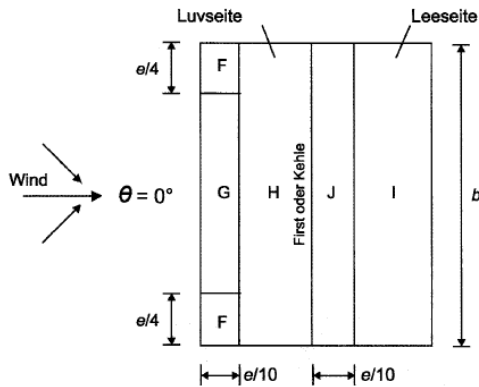
Sattel und Trogdächer:



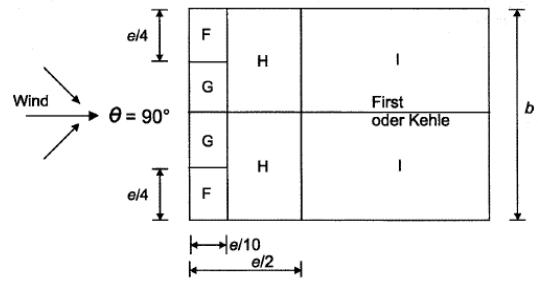
(a) allgemein



Trogdach



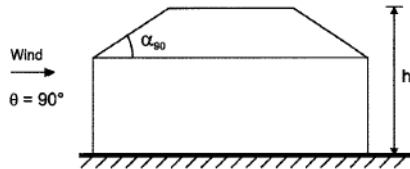
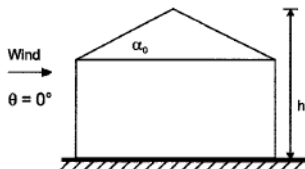
(b) Anströmrichtung $\theta = 0^\circ$



(c) Anströmrichtung $\theta = 90^\circ$

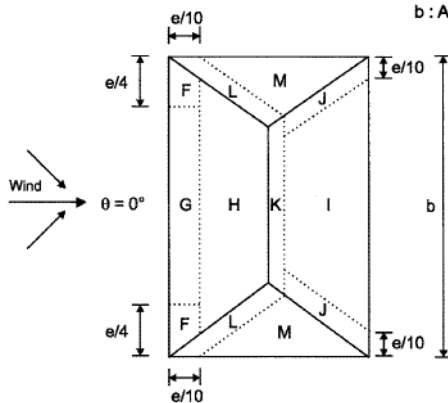
$e = b$ oder $2h$
der kleinere Wert ist maßgebend

Walmdächer:

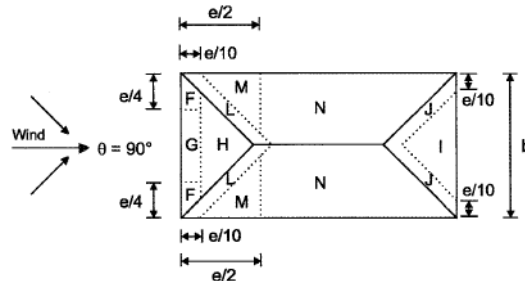


$e = b$ oder $2h$
der kleinere Wert ist maßgebend

b : Abmessung quer zum Wind

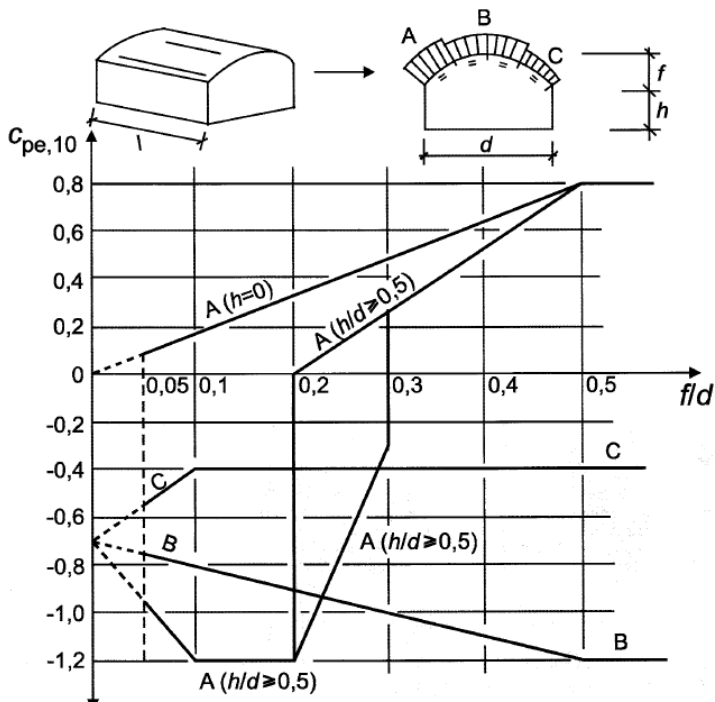


(a) Anströmrichtung $\theta=0^\circ$

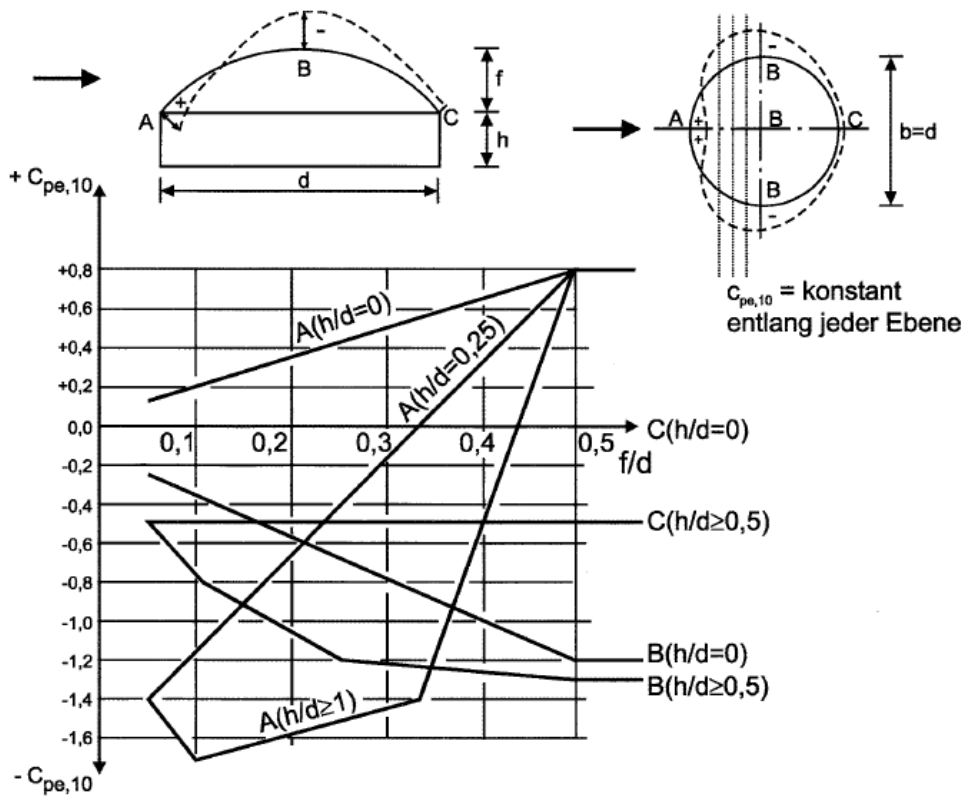


(b) Anströmrichtung $\theta=90^\circ$

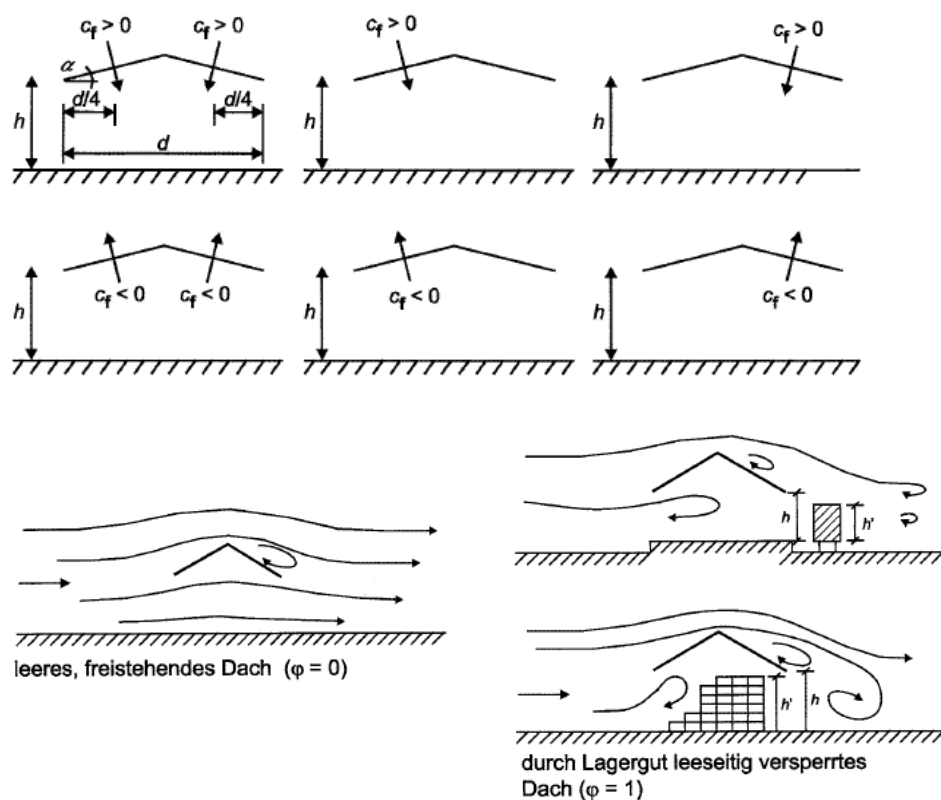
Tonnendächer:



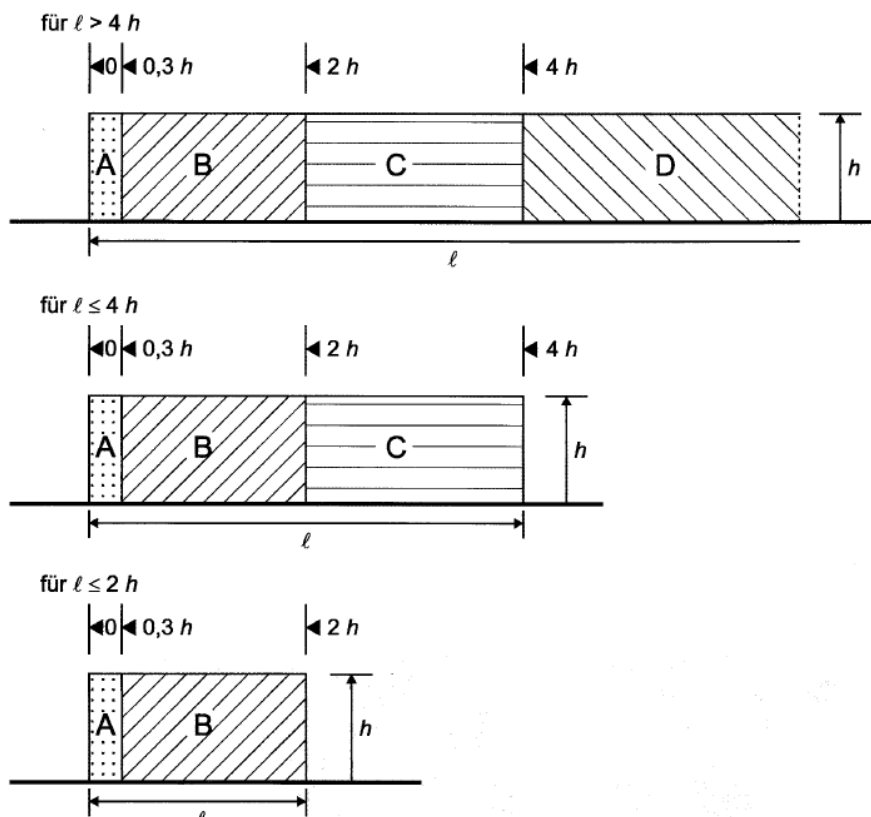
Kuppeldächer:



Gesamtkraftbeiwerte von freistehenden Dächern:



Gesamtkraftbeiwerte für freistehende Wände:



Pos. Wind-dach**Vorlage für Windberechnung auf Dächer nach EC1**

Berechnung der windkräfte nach EN 1991-1-4 und B 1991-1-4

Ort laut dem Ortsverzeichnis: W 11.Bezirk

Das Gebäude liegt in keiner windesponierten Lage

Seehöhe aus Ortsverzeichnis:: 156.68m
 Höhenunterschied zum Ort: 0.00m
 Basiswindgeschwindigkeit: 27.00m/s
 Basisgeschwindigkeitsdruck: 0.46kN/m²

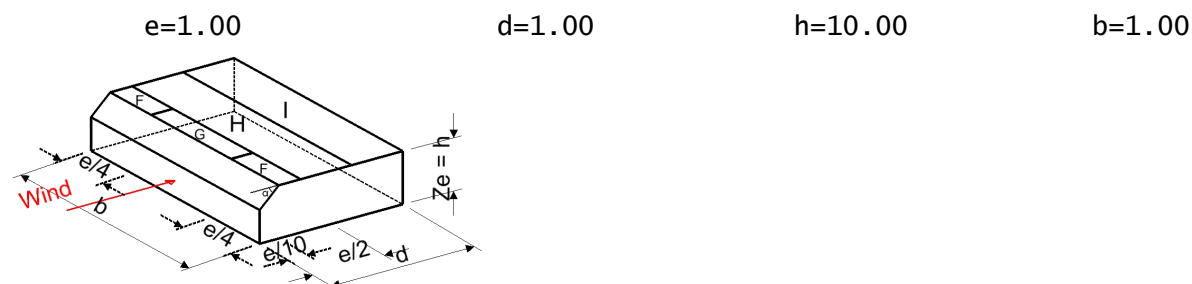
Gebäudehöhe: 1.00m mindestens: 10.00m
 Gebäudebreite: 1.00m
 Gebäudetiefe: 1.00m

Geländekategorie: III Dörfer-waldgebiete

Gewählter Dachtyp: 4 Flachdach_abgeschrägt

Geländeabhängige Werte nach B 1991-1-4 Tabelle 1

Spitzengeschwindigkeitsdruck: 0.81kN/m²
 mittlerer Geschwindigkeitsdruck: 0.27kN/m²
 Turbulenzintensität: 0.29kN/m²



windsog:

Dachfläche:	cpe	cpi	w _e [kN/m ²]	w _i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
F=	-1.70	0.20	-1.37	0.16	-1.53
G=	-1.77	0.20	-1.42	0.16	-1.58
H=	-0.37	0.20	-0.30	0.16	-0.46
I=	-0.20	0.20	-0.16	0.16	-0.32

Pos. Wind-dach1**Vorlage für Windberechnung auf Dächer nach EC1**

Berechnung der windkräfte nach EN 1991-1-4 und B 1991-1-4

Ort laut dem Ortsverzeichnis: W 11.Bezirk

Das Gebäude liegt in keiner windesponierten Lage

Seehöhe aus Ortsverzeichnis:: 156.68m
 Höhenunterschied zum Ort: 0.00m
 Basiswindgeschwindigkeit: 27.00m/s
 Basisgeschwindigkeitsdruck: 0.46kN/m²

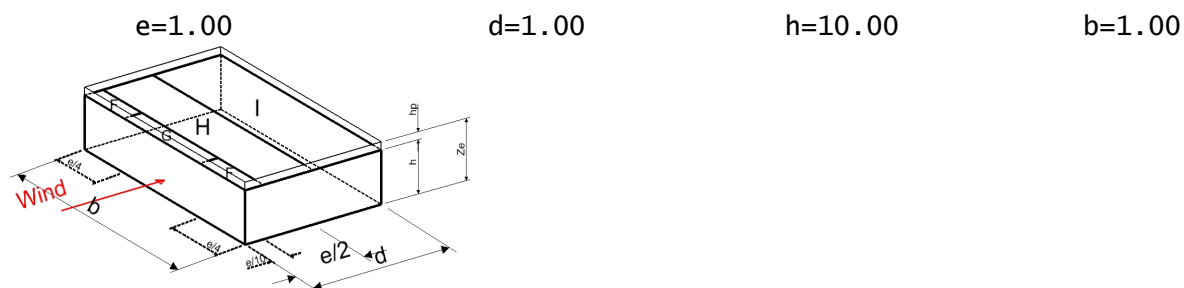
Gebäudehöhe: 7.65m mindestens: 10.00m
 Gebäudebreite: 1.00m
 Gebäudetiefe: 1.00m

Geländekategorie: III Dörfer-waldgebiete

Gewählter Dachtyp: **1 Flachdach**

Geländeabhängige Werte nach B 1991-1-4 Tabelle 1

Spitzengeschwindigkeitsdruck: 0.81kN/m²
 mittlerer Geschwindigkeitsdruck: 0.27kN/m²
 Turbulenzintensität: 0.29kN/m²



windsog:

Dachfläche:	cpe	cpi	w _e [kN/m ²]	w _i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
F=	-2.50	0.20	-2.01	0.16	-2.17
G=	-2.00	0.20	-1.61	0.16	-1.77
H=	-1.20	0.20	-0.97	0.16	-1.13
I=	-0.20	0.20	-0.16	0.16	-0.32